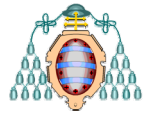


Universidad  
de Oviedo



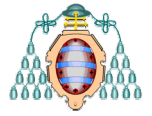
# Arquitecturas de control

Sistemas Automáticos– Tema 11

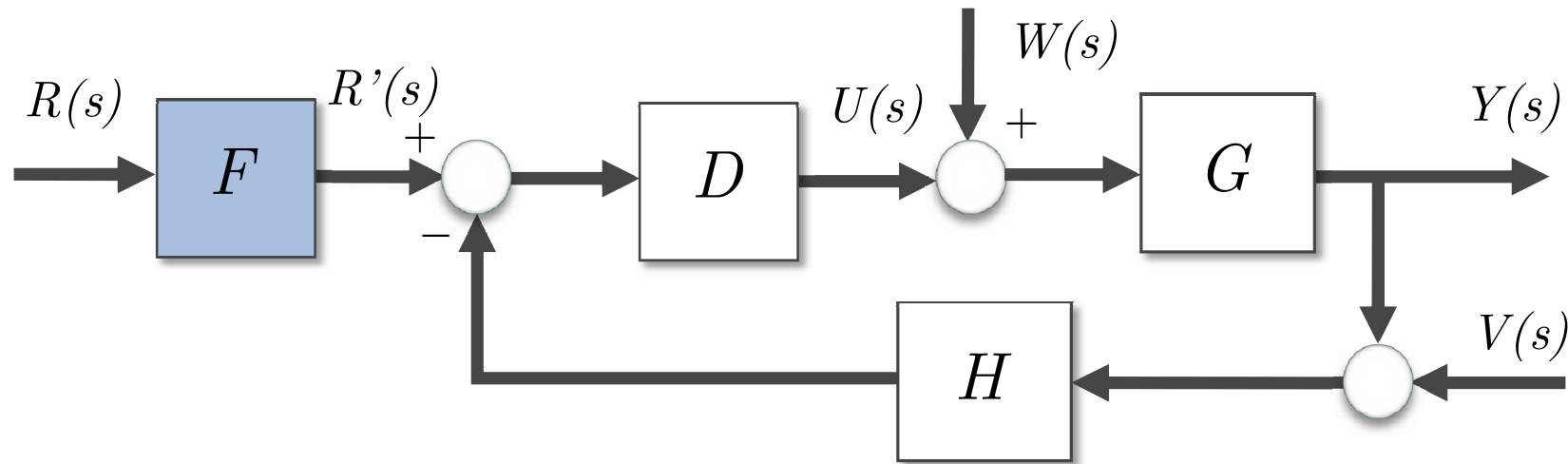


# Contenidos del tema

- ▶ Prefiltro de entrada
- ▶ Prealimentación de referencia
- ▶ Desacoplo de perturbaciones
- ▶ Control en cascada
- ▶ Esquema alternativo de control en cascada

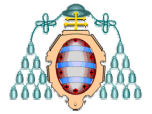


# Prefiltro de entrada



## ► Permite:

- ajustar la ganancia estática del sistema, eliminando el error de seguimiento
- cancelar, si se considera conveniente, algún cero del sistema realimentado
- suavizar la evolución de la referencia, evitando escalones



# Prefiltro de entrada

$$k_p = 2,3540$$

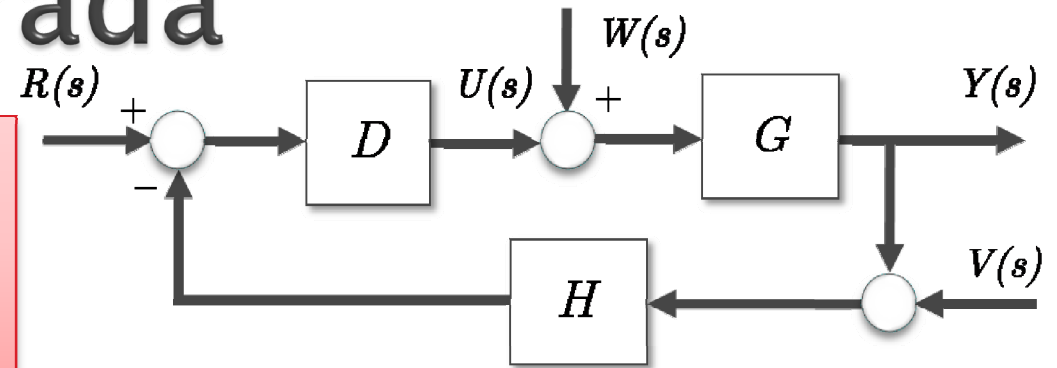
$$G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$$

$$H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$$

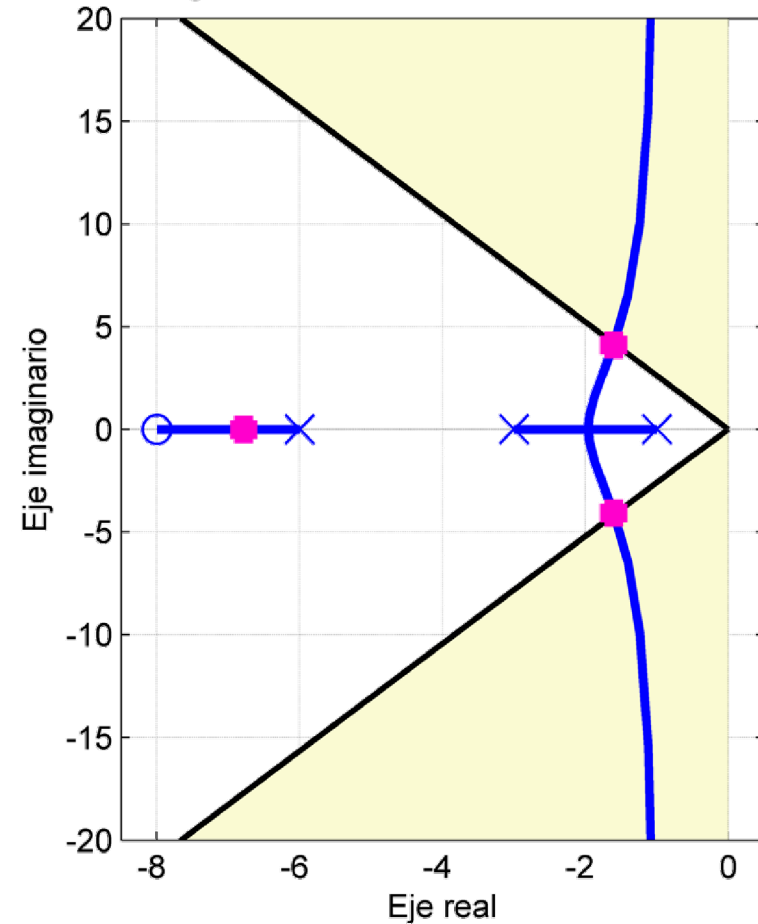
Especificaciones:

$$M_p \leq 30\%$$

$$e_{rp} \leq 15\%$$

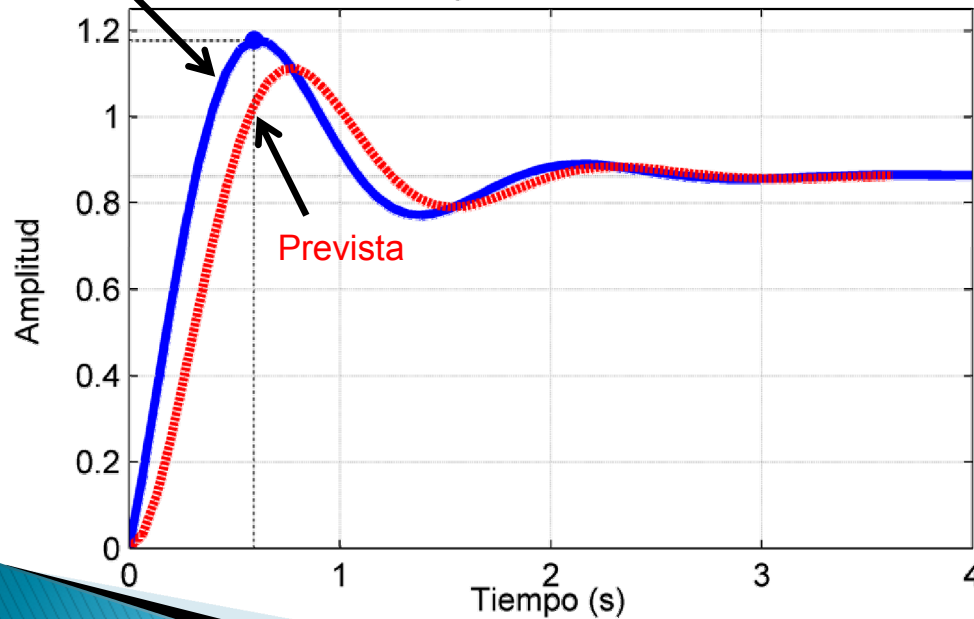


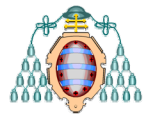
Lugar de las raíces de la función de lazo



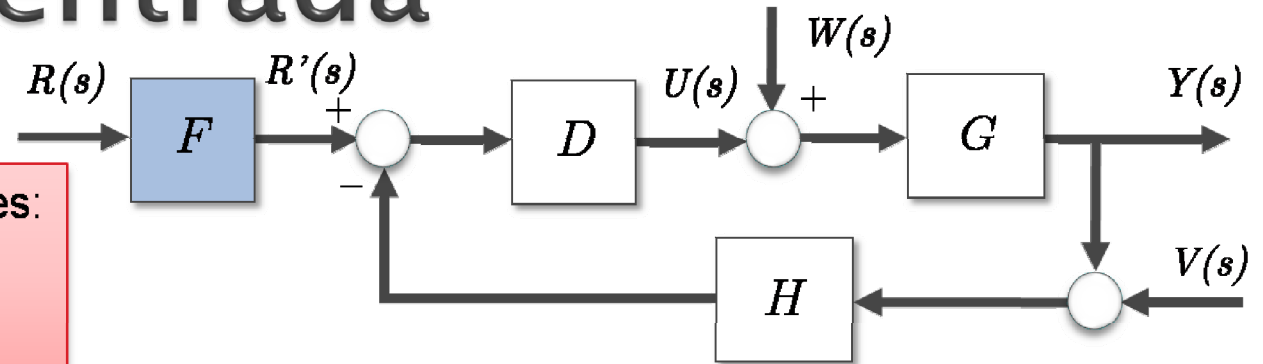
Obtenida

Respuesta a escalón



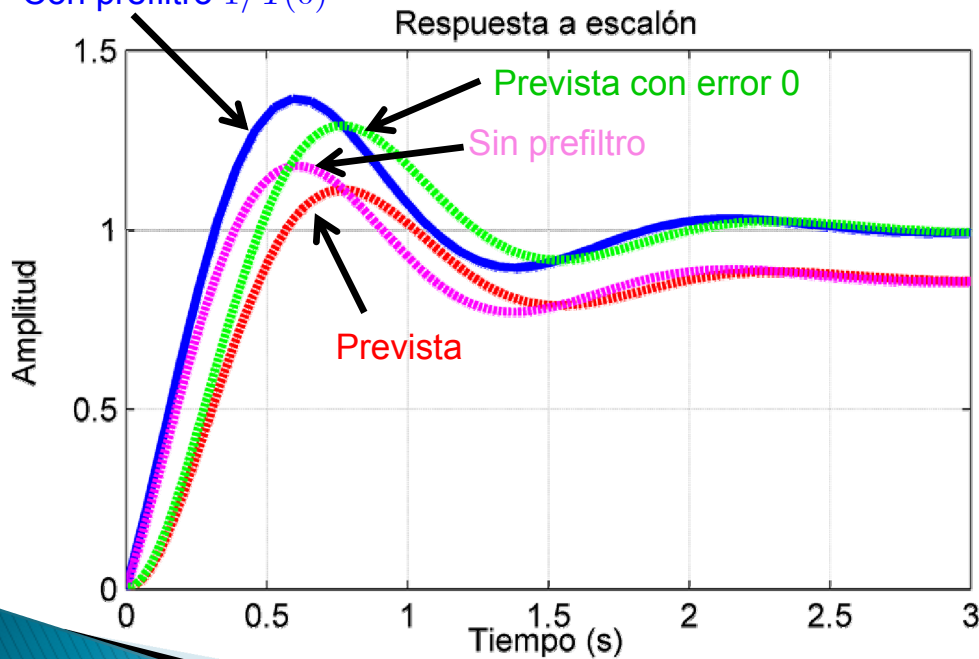


# Prefiltro de entrada



$k_p = 2,3540$ $G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$ $H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$	<b>Especificaciones:</b> $M_p \leq 30\%$ $e_{rp} \leq 15\%$
---	---

Con prefiltro  $1/T(0)$

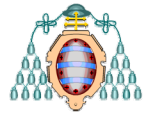


$$T(s) = \frac{2,35(s + 8)(s + 6)}{(s + 6,784)(s^2 + 3,216s + 19,28)}$$

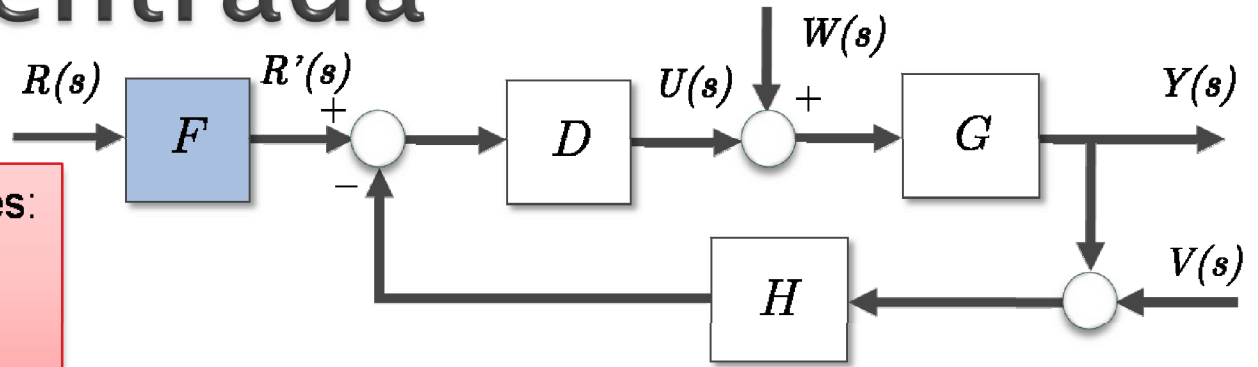
$$Y = F \frac{DG}{1 + DGH} R$$

Grado extra de libertad

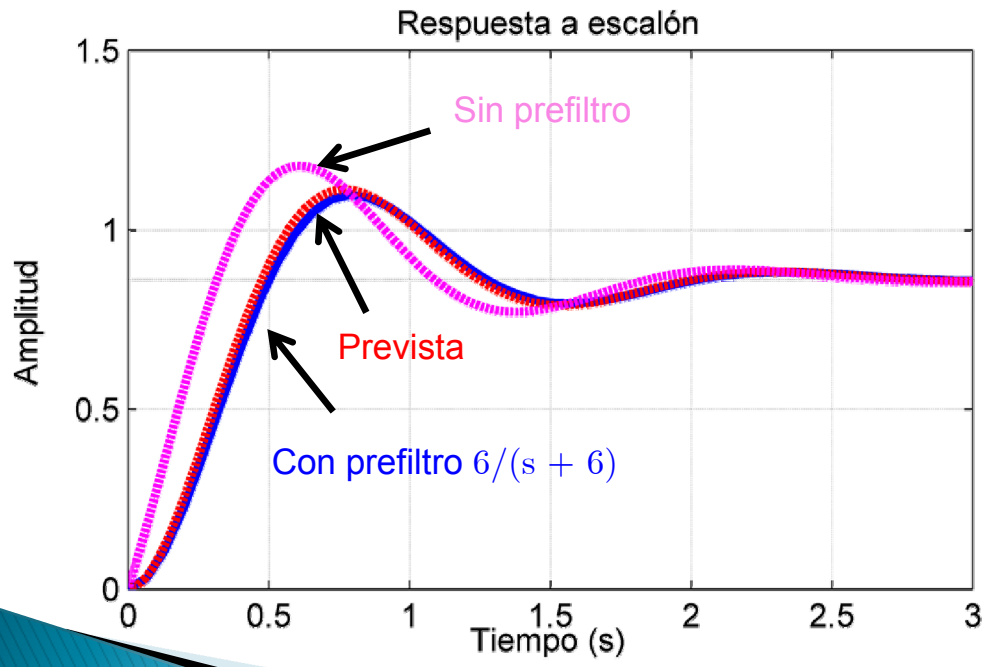
$$F(s) = \frac{1}{T(0)} = 1,1596$$



# Prefiltro de entrada



$k_p = 2,3540$ $G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$ $H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$	<b>Especificaciones:</b> $M_p \leq 30\%$ $e_{rp} \leq 15\%$
---	---

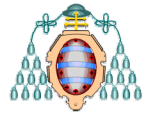


$$T(s) = \frac{2,35(s + 8)(s + 6)}{(s + 6,784)(s^2 + 3,216s + 19,28)}$$

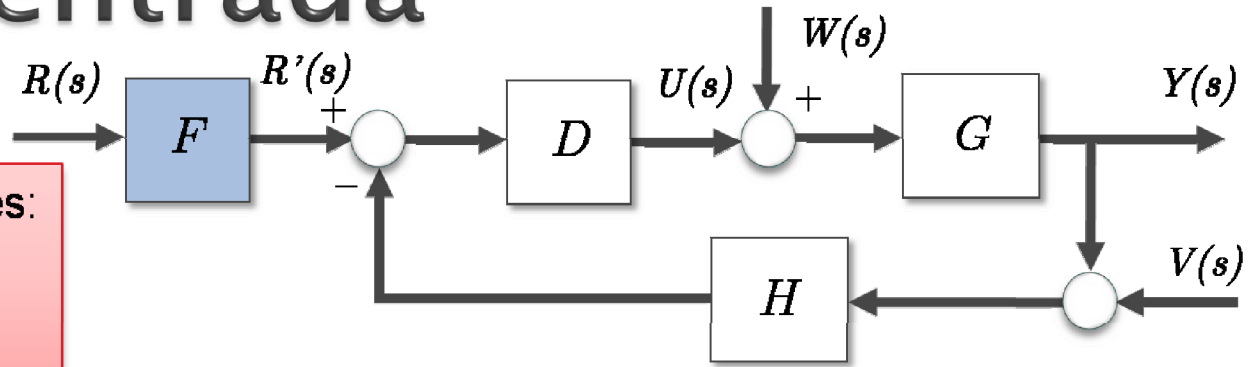
$$Y = F \frac{DG}{1 + DGH} R$$

$$F(s) = \frac{6}{s + 6}$$



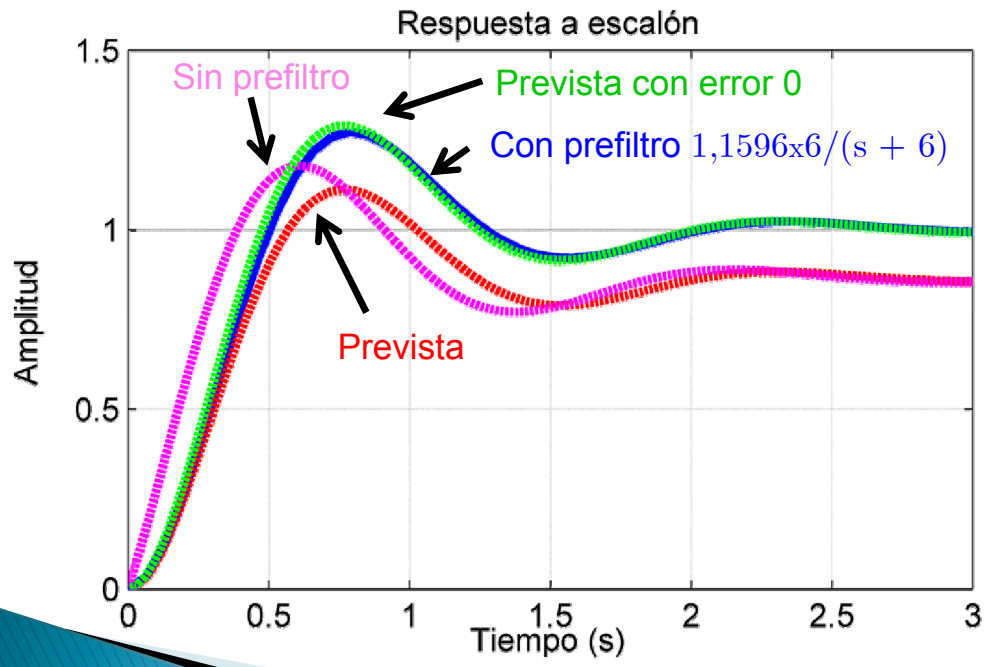


# Prefiltro de entrada



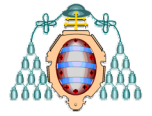
$k_p = 2,3540$ $G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$ $H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$	<b>Especificaciones:</b> $M_p \leq 30\%$ $e_{rp} \leq 15\%$
---	---

$$T(s) = \frac{2,35(s + 8)(s + 6)}{(s + 6,784)(s^2 + 3,216s + 19,28)}$$

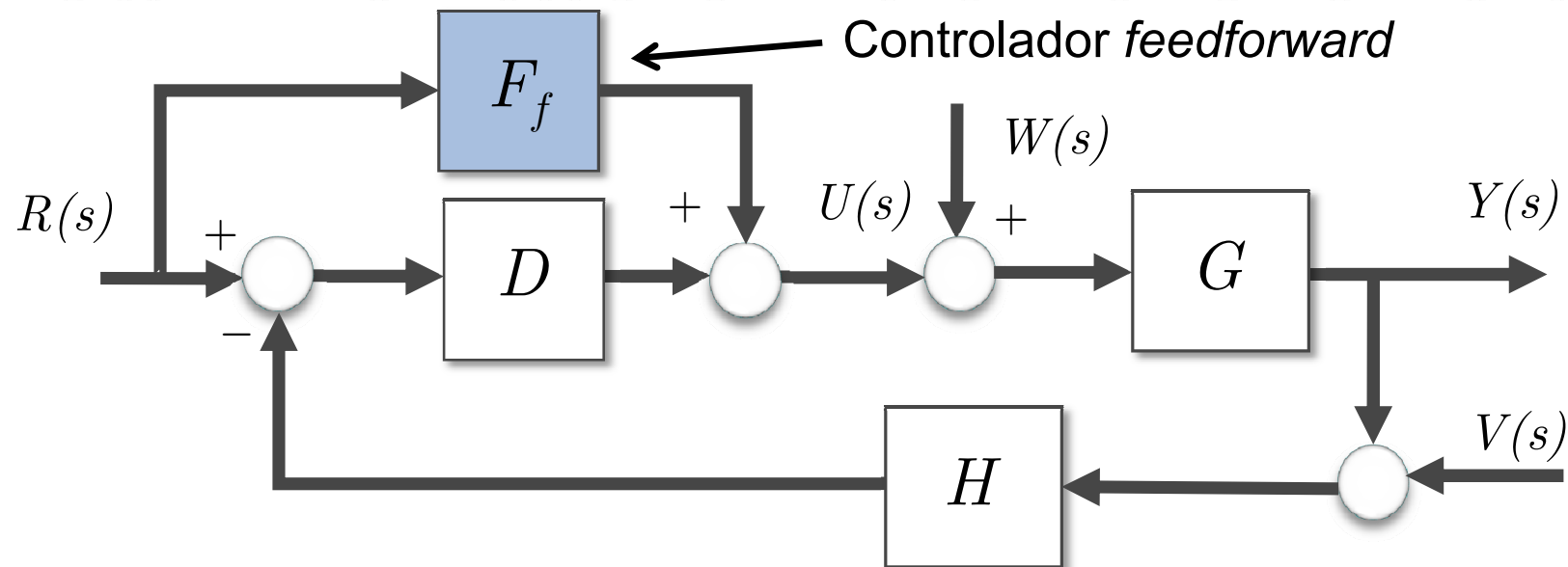


$$Y = F \frac{DG}{1 + DGH} R$$

$$F(s) = 1,1596 \frac{6}{s + 6}$$

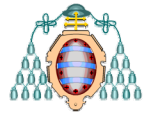


# Prealimentación de referencia



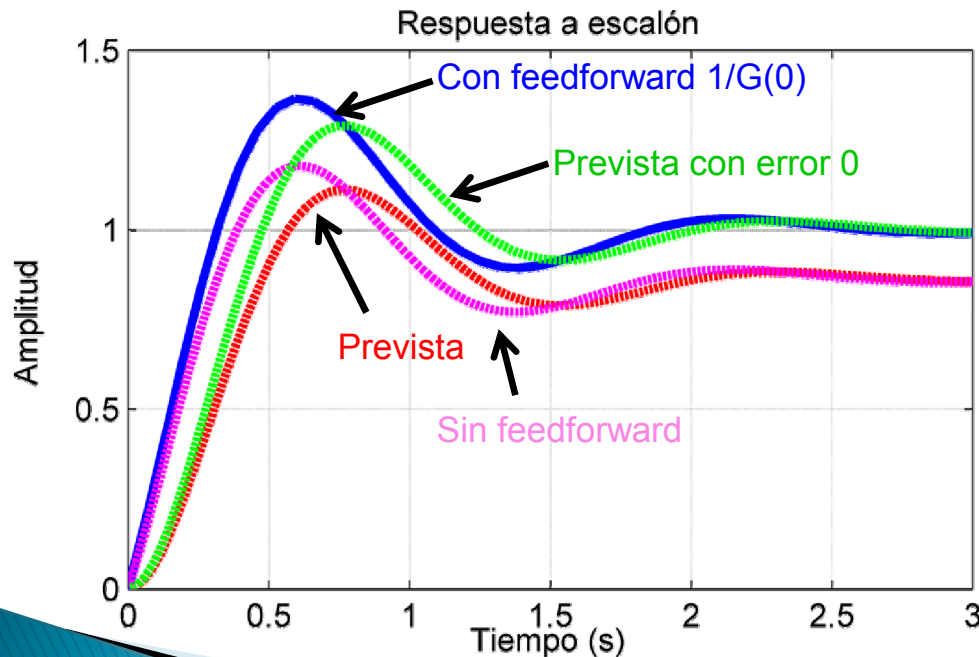
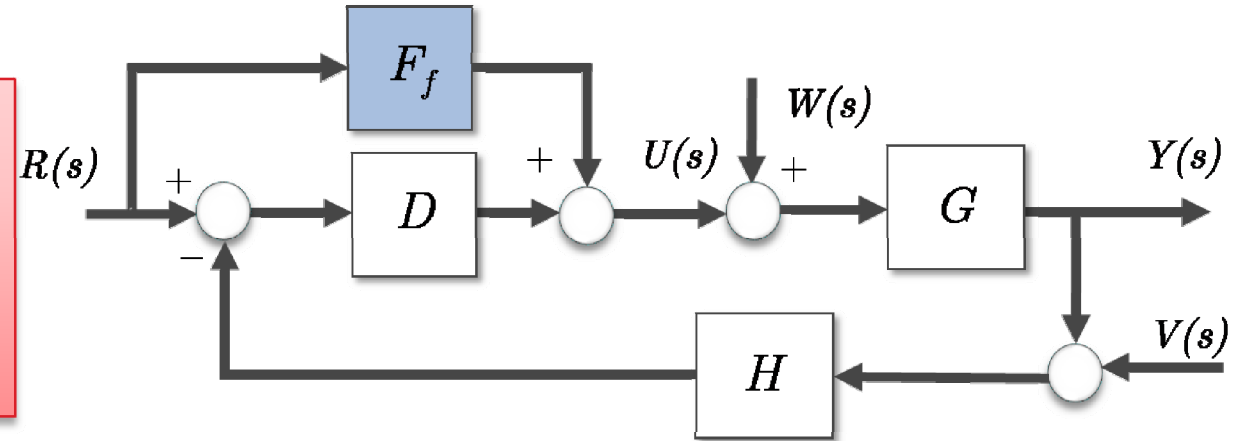
- ▶ Requiere un conocimiento preciso del sistema a controlar.
- ▶ Es sensible a variaciones en los parámetros y a errores de modelado.
- ▶ Debe usarse complementando al control en cadena cerrada.





# Prealimentación de referencia

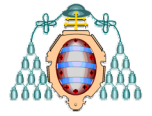
$k_p = 2,3540$ $G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$ $H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$	<b>Especificaciones:</b> $M_p \leq 30\%$ $e_{rp} \leq 15\%$
---	---



$$Y = \frac{DG}{1 + DGH} R + \frac{F_f G}{1 + DGH} R$$

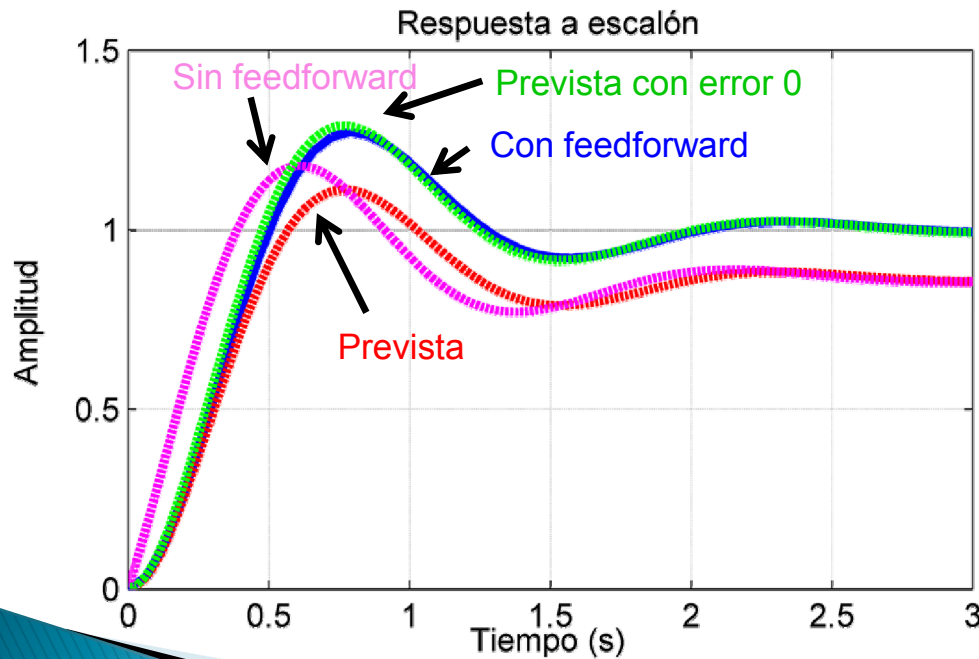
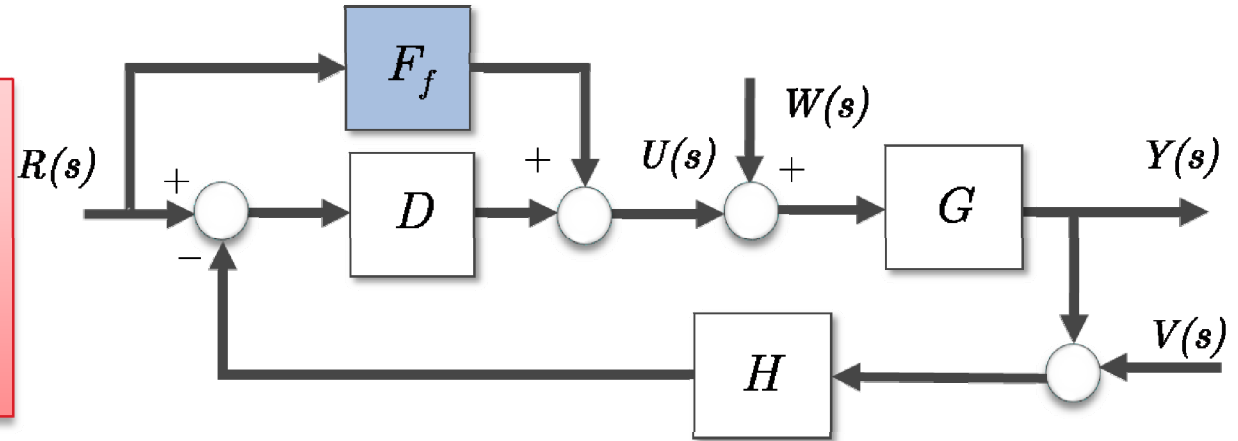
Grado extra de libertad

$$F_f(s) = \frac{1}{G(0)} = \frac{3}{8}$$



# Prealimentación de referencia

$k_p = 2,3540$ $G(s) = \frac{s + 8}{(s + 3)(s + 1)}$ $H(s) = \frac{6}{(s + 6)}$	<b>Especificaciones:</b> $M_p \leq 30\%$ $e_{rp} \leq 15\%$
---	---

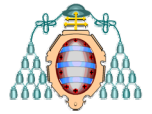


$$T(s) = \frac{2,35(s + 8)(s + 6)}{(s + 6,784)(s^2 + 3,216s + 19,28)}$$

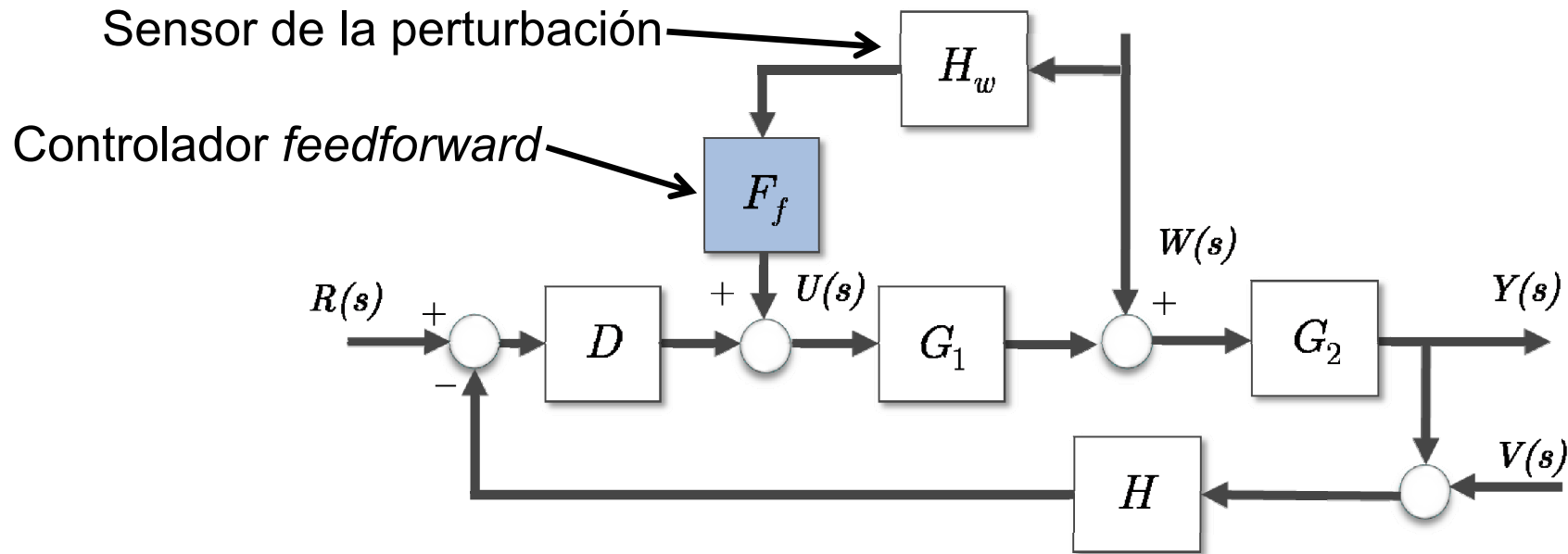
$$Y = \frac{(D + F_f)G}{1 + DGH} R$$

$$F_f(s) = -2,35 + \frac{19,28 \cdot 6,784}{8(s+6)}$$

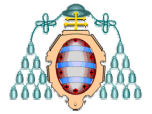
$$= \frac{-2,35s + 2,249}{s+6}$$



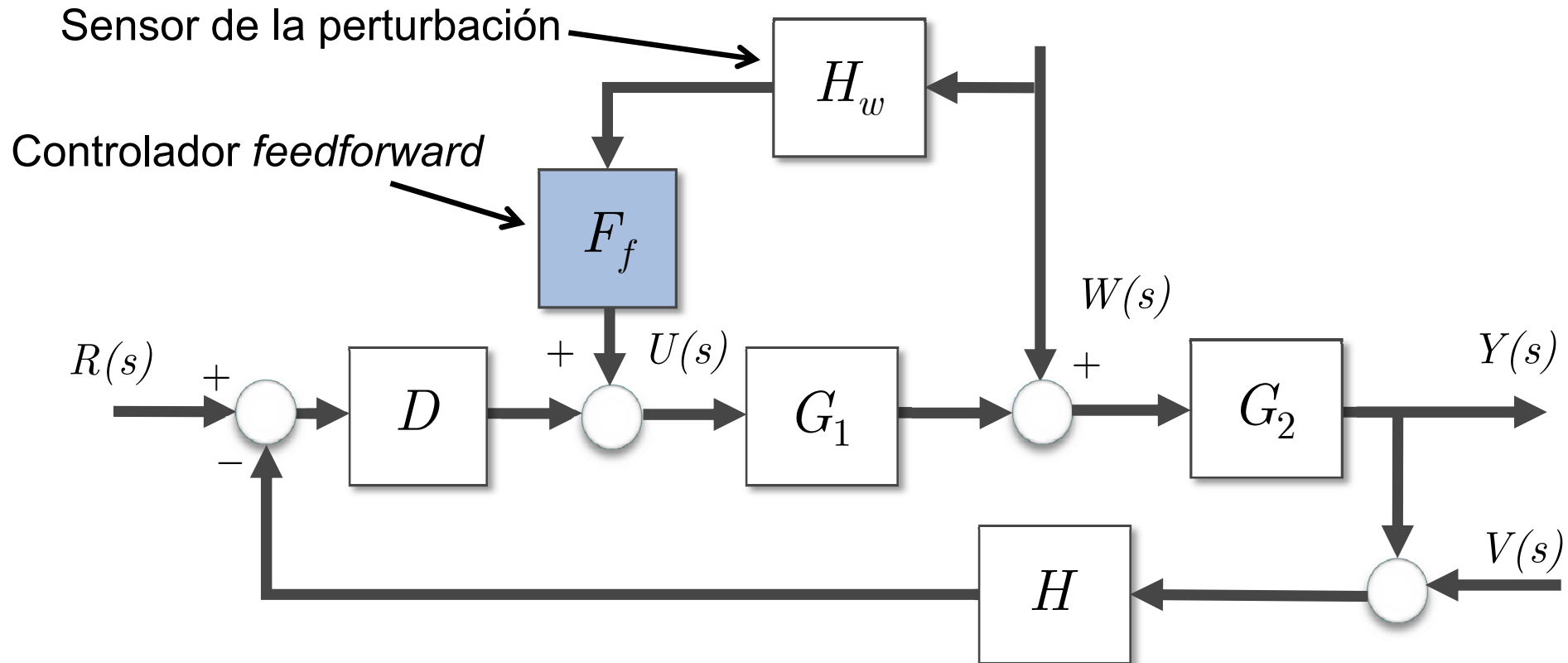
# Desacoplo de perturbaciones



- ▶ La realimentación puede eliminar perturbaciones, pero necesita un error para reaccionar.
- ▶ En ocasiones se pueden medir las perturbaciones antes de (o en el momento en) que ocurran.
- ▶ Se puede eliminar su efecto antes de que generen un error (desacoplo de perturbaciones) con un controlador *feedforward*



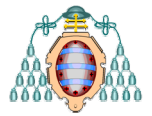
# Desacoplo de perturbaciones



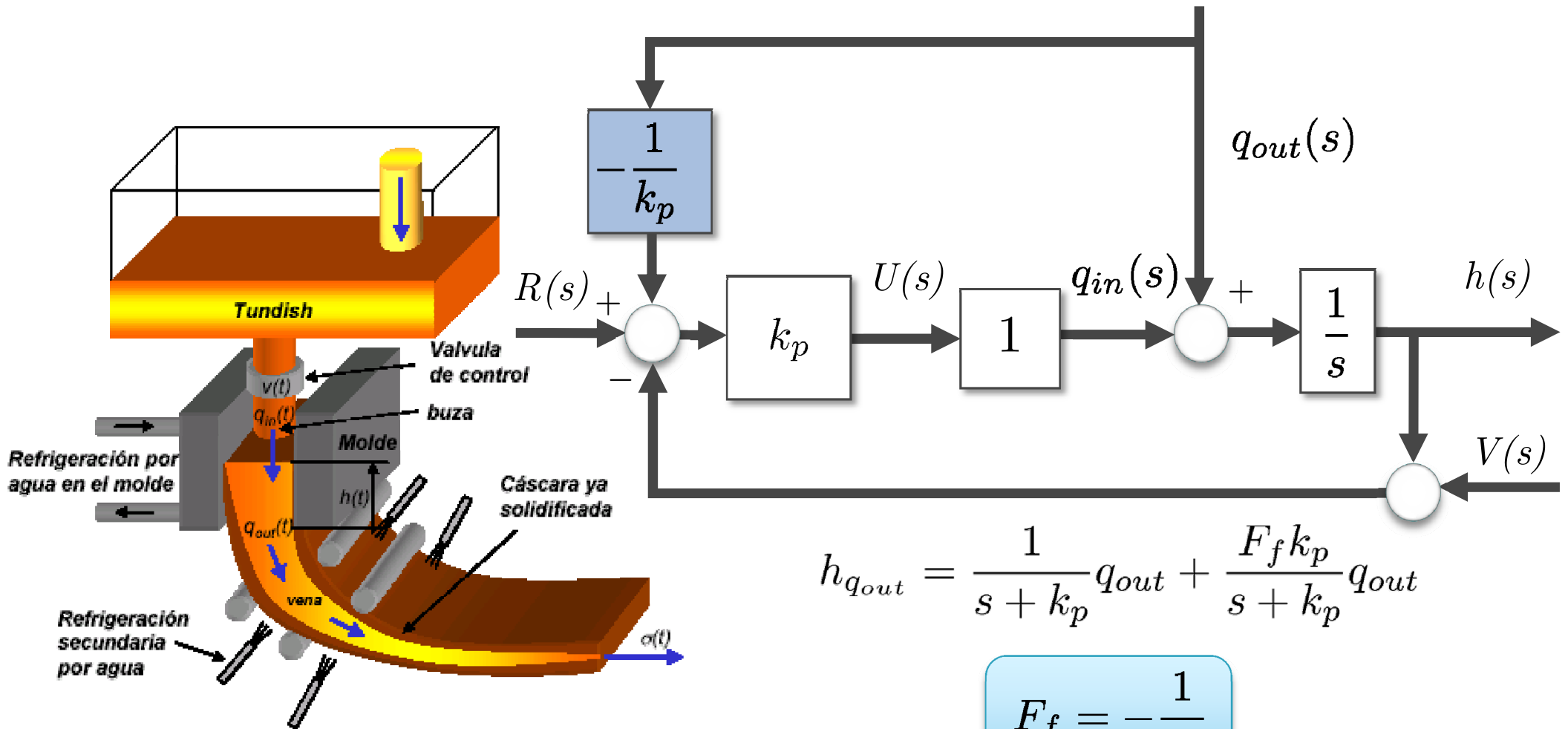
$$Y_W = \frac{G_2}{1 + DG_1G_2H} W + \frac{H_w F_f G_1 G_2}{1 + DG_1G_2H} W$$

$$F_f \approx -\frac{1}{H_w G_1}$$

$$Y_W \approx 0$$



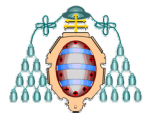
# Desacoplo de perturbaciones



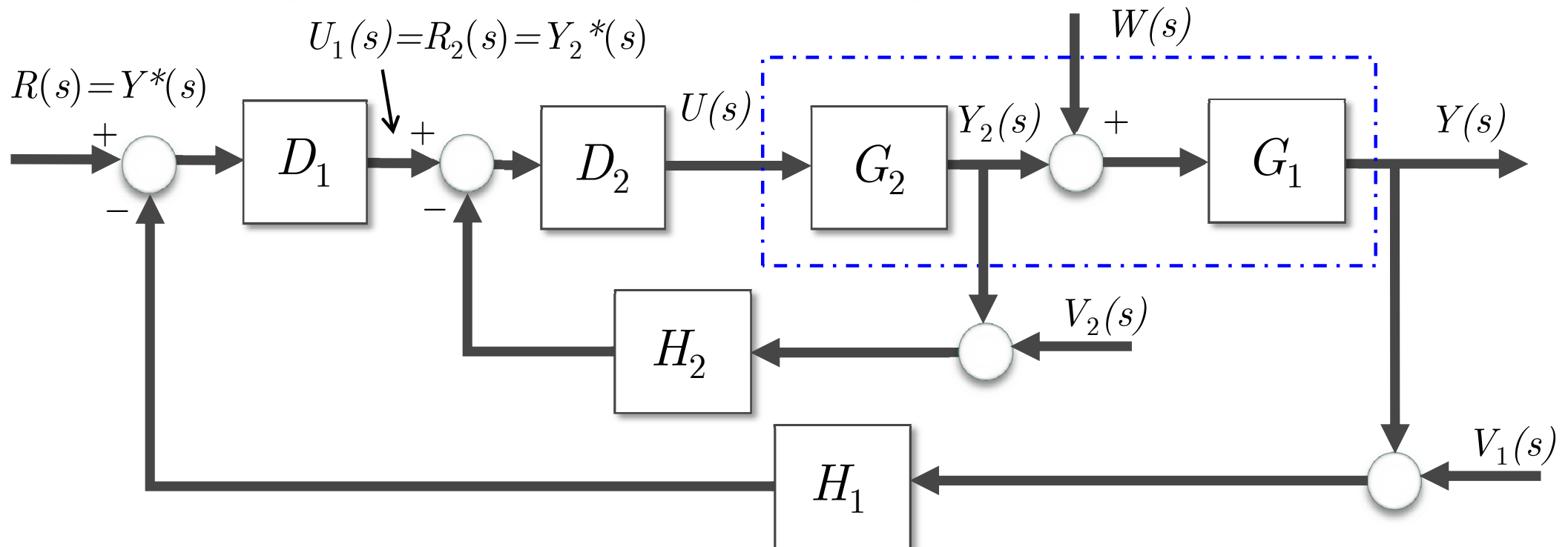
$$h_{q_{out}} = \frac{1}{s + k_p} q_{out} + \frac{F_f k_p}{s + k_p} q_{out}$$

$$F_f = -\frac{1}{k_p}$$

$$h_{q_{out}} = 0$$

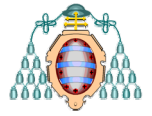


# Control en cascada

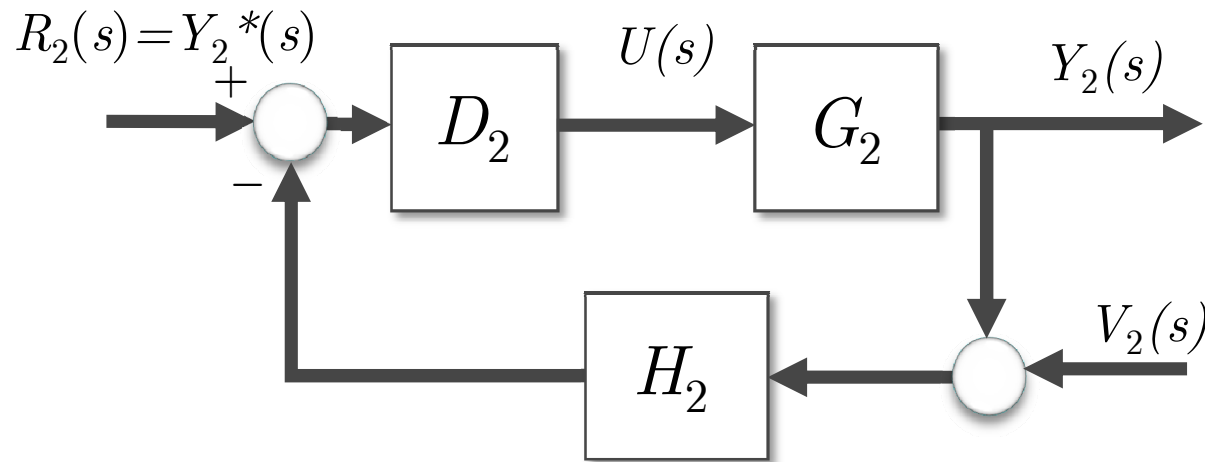


- ▶ Permite dividir un problema de control complejo en dos (o más) partes más sencillas
- ▶ Se construye anidando lazos de control.
- ▶ Ventajas principales:
  - Proporciona un mejor control de la variable primaria
  - Elimina mejor las perturbaciones

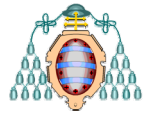




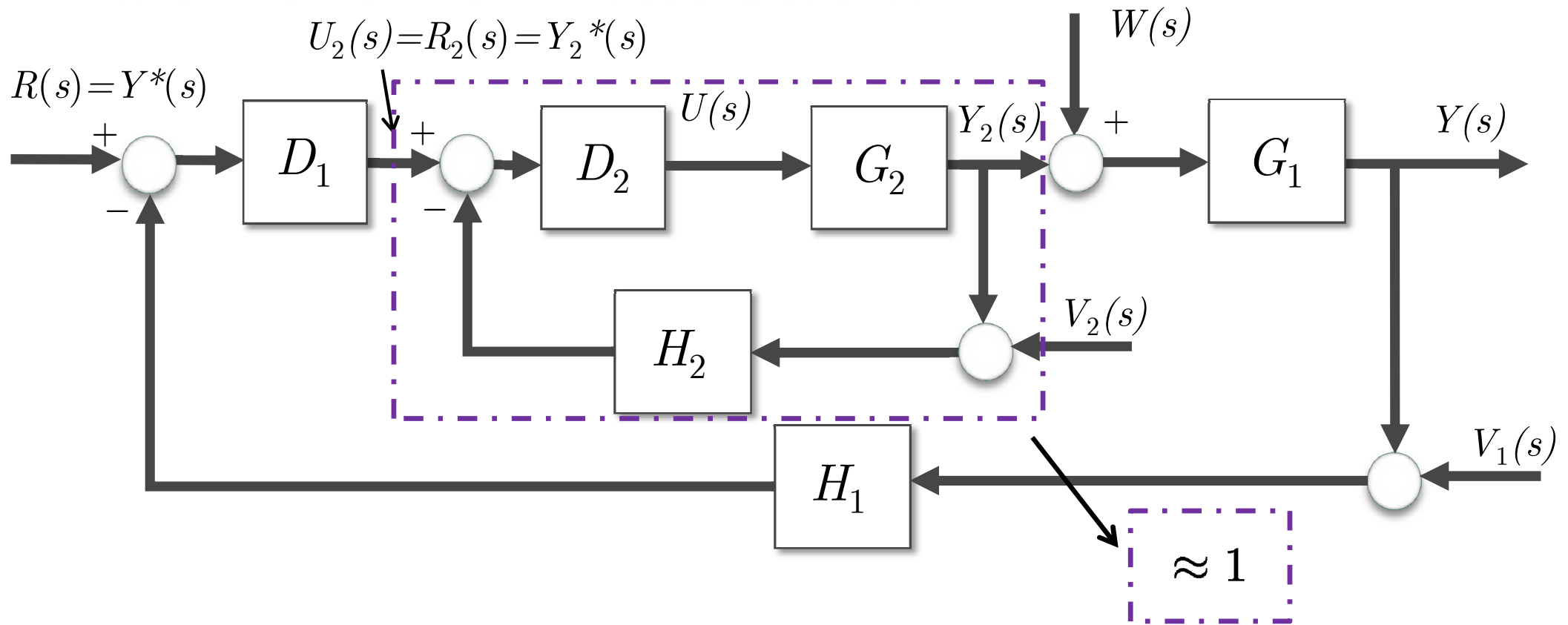
# Control en cascada



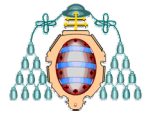
- ▶ Primero se diseña el lazo más interno (secundario) con las técnicas habituales
- ▶ El ancho de banda debe elegirse para que sea más rápido ( $>4$  veces) que el deseado para el lazo externo (primario)



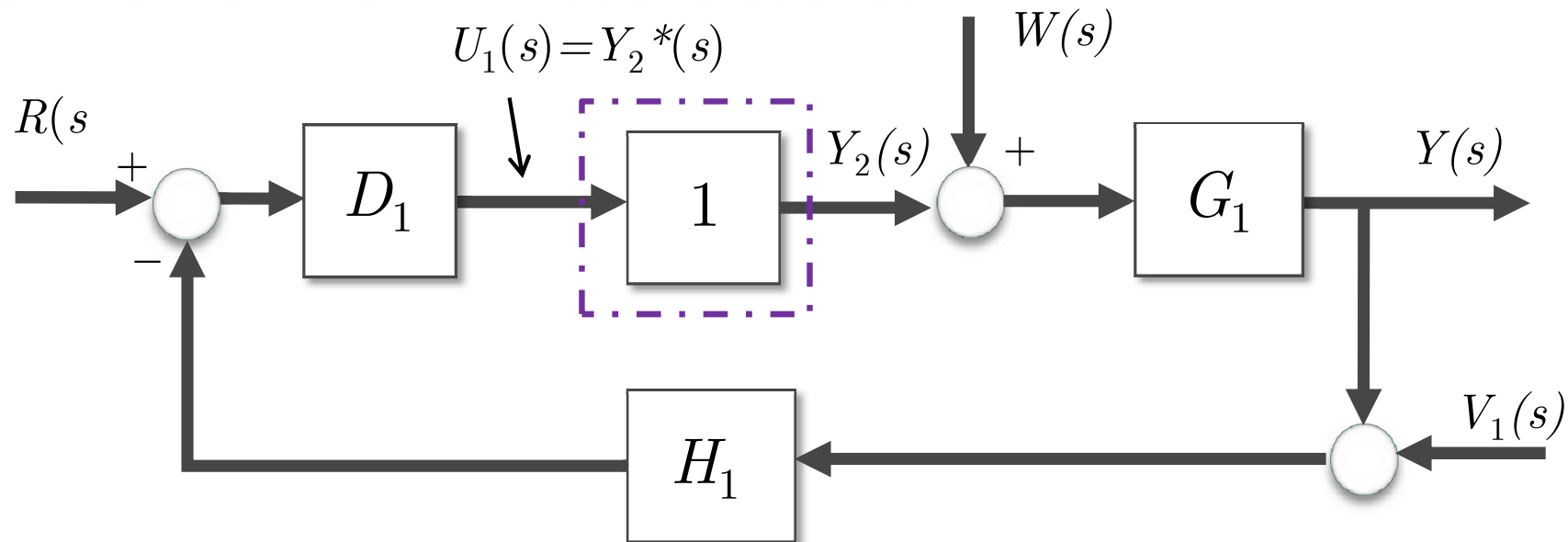
# Control en cascada



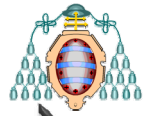
- ▶ Si el lazo interno (secundario) se ha sintonizado con un ancho de banda suficientemente rápido respecto al lazo externo, puede despreciarse su dinámica



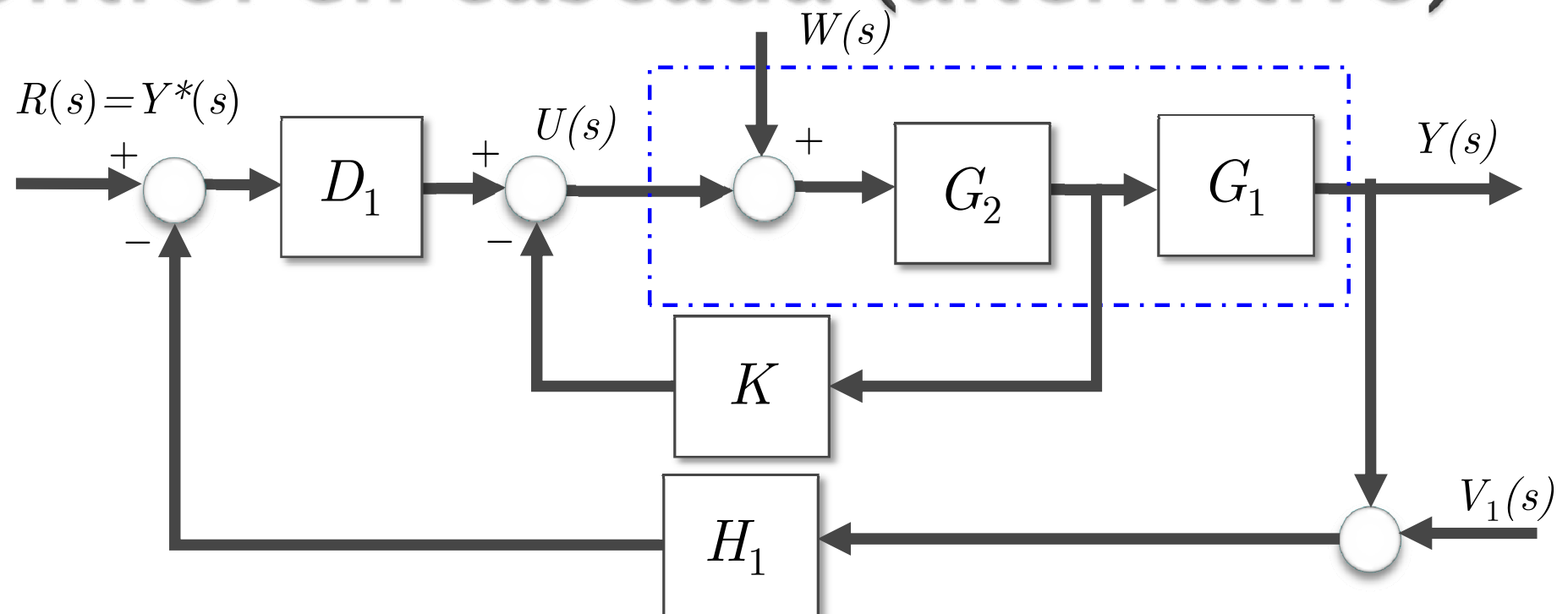
# Control en cascada



- ▶ El lazo externo puede sintonizarse ahora por procedimientos habituales asegurándose de no acercarse al ancho de banda del lazo interno
- ▶ El lazo interno se convierte en un actuador desde el punto de vista del lazo externo



# Control en cascada (alternativo)



- ▶ Adecuado en procesos en que:
  - hay no linealidades en una parte del proceso
  - las perturbaciones no se pueden reducir globalmente
  - las perturbaciones están localizadas
- ▶ Se puede aplicar si:
  - se tiene acceso a una variable influenciada y a una variable de control próxima
  - se puede usar una ganancia elevada en la realimentación sin peligro de inestabilidad